

地域密着型環境研究報告

グリーンウォールの大気環境への影響に関する考察

The Study of the Air Environmental Effect of “Green Wall”,
the Planted Fences on the Highway

竹内 淨 Jo TAKEUCHI 上坂 弘 Hiromu KOSAKA
山田 大介 Daisuke YAMADA 原 久男 Hisao HARA
井上 俊明 Toshiaki INOUE

要 旨

当研究所は、環境省が推進する地域密着型環境研究として、池上新町交差点付近の大気汚染改善のための共同研究を、独立行政法人の3研究機関とともに行った。本報では、研究結果及び常時監視データを用いて、本交差点の大気環境改善を目的に中央分離帯に設置したグリーンウォール（植栽した遮音塀）について、大気環境への影響を考察したので報告する。

池上自動車排出ガス測定局（以下、池上局とする。）の常時監視データでは、NO₂濃度年平均値の経年変化をみると、グリーンウォール設置後に濃度が上昇することはなかった。グリーンウォールの有無に関する風洞実験の結果では、市街地への影響が大きいと想定される南東の風が吹く状況において、市街地側の車道端から13m程度までは、グリーンウォールが有る場合に汚染物質の濃度が高いが、13mから58m程度では、逆に無い場合に濃度が高いことが分かった。また、年間風向頻度を調査した結果、南東の風の年間頻度は2%程度と低いことが分かった。そこで、南東の風だけでなく、16方位の風向頻度を考慮した風洞実験についても確認した結果、南東の風の状況と同様の傾向がみられ、車道端から7m程度までは、グリーンウォールが有る場合に濃度が高いが、7mから48m程度では、逆に無い場合に濃度が高いことが分かった。

キーワード：地域密着型環境研究、局地汚染

Key Words: local environmental studies, local high concentration of air pollutants

1 はじめに

当研究所では、本市川崎区を通る東京大師横浜線（産業道路）沿道の池上新町交差点周辺地域の大気汚染改善に向けた研究として、環境省が推進する「地域密着型環境研究」に応募し、「ディーゼル車排出ガスを主因とした局地汚染の改善に関する研究」を、平成14年度から3年間で、(独)国立環境研究所、(独)産業技術総合研究所及

び(独)産業医学総合研究所と共同で実施し、報告を行ってきた¹⁾⁻⁷⁾。

本報では、各機関の報告の中でグリーンウォールについての研究に焦点が当てられていたため、これまでの研究結果及び常時監視データから、グリーンウォールの大気環境への影響について考察を行った。



図1 池上新町交差点周辺図及びグリーンウォール概観図

2 グリーンウォールの概要

グリーンウォールは、産業道路沿道の池上局及びその周辺の大气汚染の改善と道路景観の向上を図ることを目的に、植栽によって植物の大气浄化機能を利用した遮音塀として、中央分離帯に設置された。図1に示すように、産業道路の池上新町交差点から横浜方向に約250mの区間について、中央分離帯に高さ5mの遮音壁を設置し、これにツタ類16種788本を植栽し、平成5年4月に設置完了した。

3 グリーンウォールに関する考察

グリーンウォールの大气環境への影響に関して、常時監視データより池上局におけるNO₂濃度年平均値の経年変化を確認し、次に、国立環境研究所が行った風洞実験¹⁻³⁾による市街地における汚染物質の濃度分布について考察した。

3.1 常時監視データ

図1の池上局(採取口:地上3m、道路端から5m)におけるSPM濃度の測定開始時期は、平成7年度以降であり、グリーンウォールの設置完了年度は平成5年度であるため、昭和56年から測定を行っているNO₂濃度について検証した。グリーンウォールの設置完了年度(平成5年度)以降の3年間と設置前の3年間の常時監視データのNO₂濃度(年平均値)を比較した。

図2より、設置前後3年間の平均値を比較すると、池上局のNO₂濃度は、設置後に6.1ppbの低下がみられた。ここで、田島一般環境大气測定局(以下、田島局とする。)を後背地と考え、池上局と田島局のNO₂濃度(年平均値)の差を自動車排出による影響の指標とすると、その設置前後3年間の平均値の比較では、設置後に3.1ppbの低下

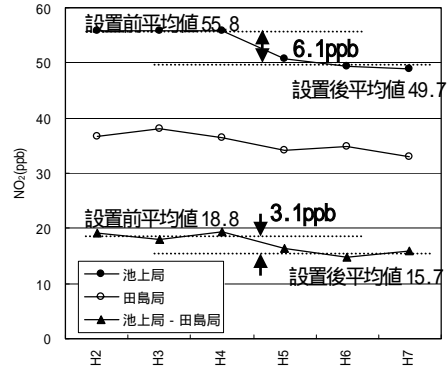


図2 グリーンウォールの設置前後3年間における測定局のNO₂濃度平均値

がみられた。

また、過去15年間でみると、図3に示すように、平成8年度以降も、池上局のNO₂濃度(年平均値)が設置前(平成2年から4年度)の濃度を超えることはなかった。池上局と田島局の差でも、平成11年度を除くと、設置前(平成2年から4年度)の濃度を超えることはなかった。

以上より、常時監視データでは、グリーンウォール設置後の池上局におけるNO₂濃度が、設置前の濃度を超えることはなかった。この結果から、池上局のNO₂濃度に関しては、グリーンウォールの設置によって濃度が上昇しているとは考えられなかった。しかし、池上局以外の交差点周辺の地点での濃度については、常時監視データでは検証することができないため、風洞実験の結果を用いて、次に考察を行った。

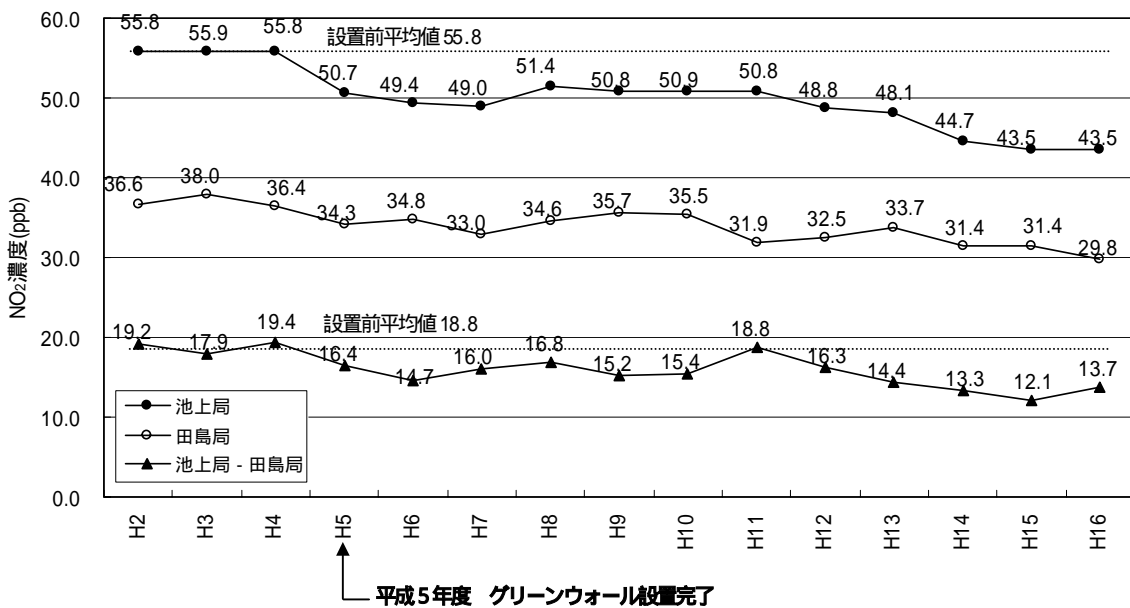
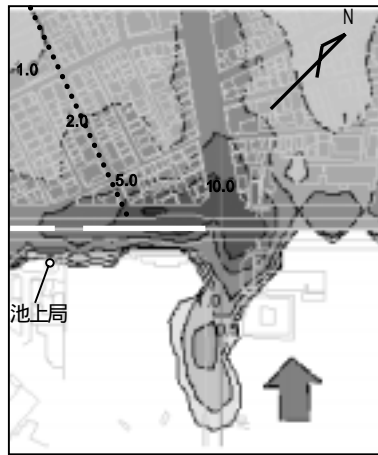
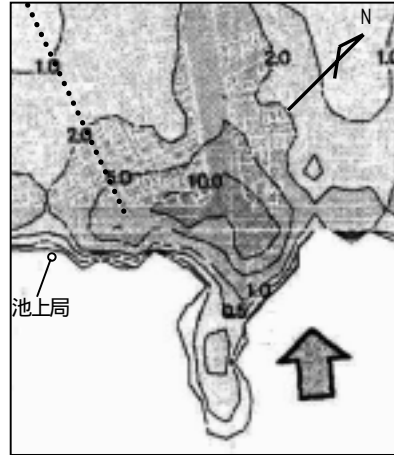


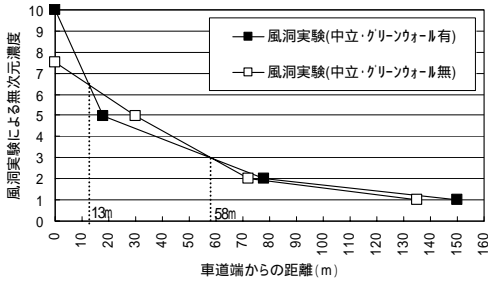
図3 過去15年間における測定局のNO₂濃度(年平均値)



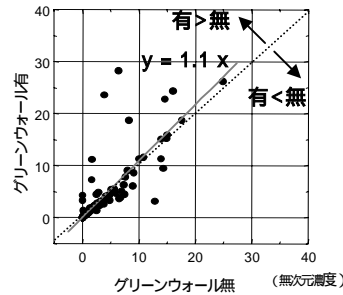
(a) 風洞実験結果（無次元濃度）
南東の風 中立
グリーンウォール有（太白線）



(b) 風洞実験結果（無次元濃度）
南東の風 中立
グリーンウォール無



(c) グリーンウォールの有無における
風洞実験結果の距離減衰の比較（細街路）



(d) グリーンウォールの有無における
風洞実験結果の比較（周囲165地点）

図4 南東の風、中立状態でのグリーンウォールの有無における風洞実験結果の比較

3.2 南東の風を考慮した風洞実験におけるグリーンウォールの影響

産業道路よりも西側に市街地が広がっていることから、市街地が風下となる南東(SE)の風が吹く状況について、国立環境研究所は詳細に風洞実験を行った¹⁾⁻³⁾。この結果を用いて、南東の風が吹く状況について、考察を行った。

グリーンウォールが有る場合と無い場合における風洞実験の結果を図4(a)、(b)に示した。ここでは、大気安定度(中立)、南東の風であり、グリーンウォールの有無以外の実験条件は同じである。なお、濃度は、トレーサガス測定濃度に、基準風速及び代表長さを乗じ、単位長さ当たりのトレーサガス排出量で除した無次元濃度(正規化濃度)を表示している(風洞実験の詳細は、文献1)から3)を参照)。

図4(a)、(b)より、両図の右側半分の領域(交差点から北東(東京)方面)では、グリーンウォールの有無によって変化がみられないが、グリーンウォールが設置されている両図の左側半分の領域(交差点から南西(横浜)方面)では、濃度分布に違いがみられた。

図4(a)、(b)より、グリーンウォールが有る場合には、無い場合に比べて、無次元濃度5及び10の領域がグリー

ンウォールに沿って産業道路上で南西(横浜)方面に広がるが、市街地では無次元濃度5の領域が小さくなっていった。この市街地における影響について、濃度分布を比較するために、図4(a)、(b)に点線で示した細街路における濃度の距離減衰を図4(c)に示した。ここで、車道端での濃度は、グリーンウォールが無い場合には、図4(b)より無次元濃度5と10の間であるため、7.5とした。図4(c)より、グリーンウォールが有る場合には、車道端の濃度は高いが、距離とともに指数関数的な減少を示した。グリーンウォールが無い場合には、車道端の濃度は低い、70m程度まで直線的な減少を示した。これらの関係から、この細街路では、図4(c)に示すように、車道端から13m程度まではグリーンウォールが有る場合において濃度が高いが、13m程度から58m程度まではグリーンウォールが無い場合において濃度が高く、58m以降では、グリーンウォールの有無で濃度の違いはないことが分かった。滑らかな近似曲線を描けば、この13mや58mという数字は変化すると考えられるが、車道端付近ではグリーンウォールが有る場合において濃度が高く、車道端から少し離れた領域ではグリーンウォールが無い場合において濃度が高いという定性的な関係は変わらないと推測された。

風洞実験で測定を行った165地点のそれぞれの濃度を、グリーンウォールが無い場合を横軸に、有る場合を縦軸にしたときの関係を図4(d)に示した。図4(d)より、近似直線の傾きは1.1であるため、全体として、南東の風が吹くと、グリーンウォールが有る場合の汚染物質濃度は、無い場合の1.1倍と想定された。また、逆算すると、グリーンウォールが無くなると、0.91倍(9%低減)となった。

ただし、グリーンウォールが無い場合に対して、有る場合に濃度が上がる地点と下がる地点が存在していた。無次元濃度の上がり幅が5以上の地点は8地点、下がり幅が5以上の地点は2地点であり、全体として図4(d)の近似直線の傾きが大きくなっていった。また、横軸が5から10の間では、下がり幅は5以下だが、縦軸で濃度が下がる地点が集中しており、前述のグリーンウォールが有る場合に市街地において、無い場合よりも濃度が低い地点が多数あることが、ここでも確認された。

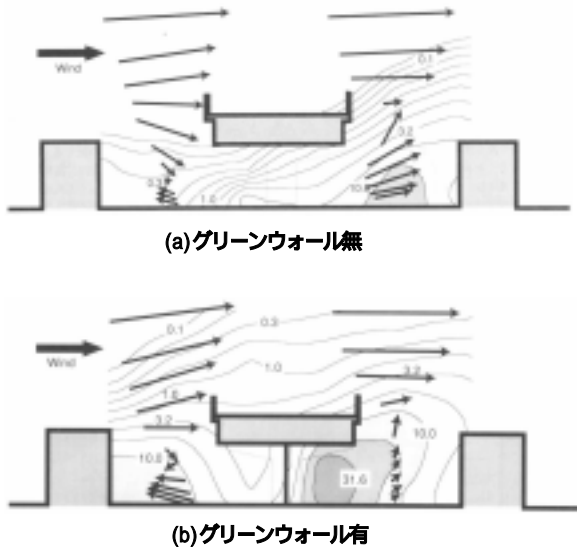


図5 グリーンウォールの有、無における風洞実験結果の断面比較(数値は無次元濃度)

3.3 グリーンウォールの有無による濃度分布の違いに関する要因

グリーンウォールの有無によって風下での濃度分布の違いがみられる要因について、気流を用いて考察した。図5に国立環境研究所が行った2次元の風洞実験による高架の断面に関する気流及び濃度の結果を示した¹⁾。

図5(a)より、グリーンウォールが無い場合には、高架の下を流れる気流によって、風下の地上における風速の水平方向成分が大きく、地上付近での風下遠方への汚染物質の移流が起こりやすいと考えられた。逆に、図5(b)より、グリーンウォールが有る場合には、風下の地上における気流の風速は小さいために滞留によって道路上及び車道端では汚染物質濃度が高くなったと考えられた。また、風下の地上における風速の水平方向成分が小さい

ため、地上付近での風下遠方への汚染物質の移流は起こりにくいと考えられた。

この気流の違いから、前述の細街路において、車道端から13m程度まではグリーンウォールが有る場合において濃度が高いが、13m程度から58m程度まではグリーンウォールが無い場合において濃度が高いと考えられた。

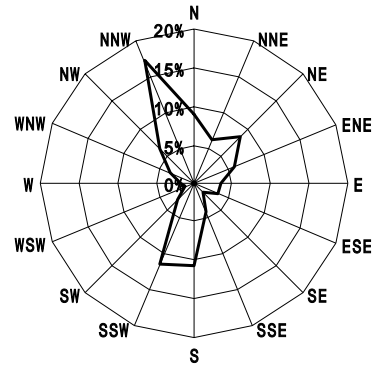


図6 平成16年度田島局の年間風配図
(静穏3.2%、有効測定回数8755回、欠測5回)

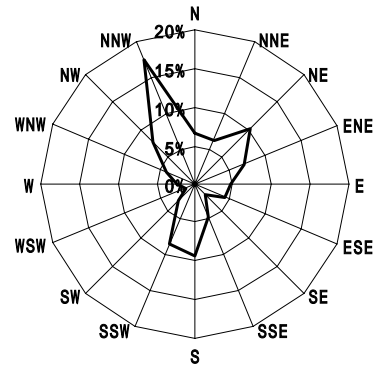


図7 平成17年度田島局の年間風配図
(静穏1.5%、有効測定回数8758回、欠測2回)

3.4 南東の風の年間頻度

平成16年度及び平成17年度の田島局の風向データを用いて、市街地が風下となる南東の風の年間頻度について、図6及び7に示した。

図6及び7において、南東の風は平成16年度で1.6%であり、平成17年度で2.0%であった。南東±22.5°である東南東及び南南東の風の頻度も5%以下であった。以上より、年間を通じると、市街地への影響が大きいと想定される風の頻度は低いことが分かった。

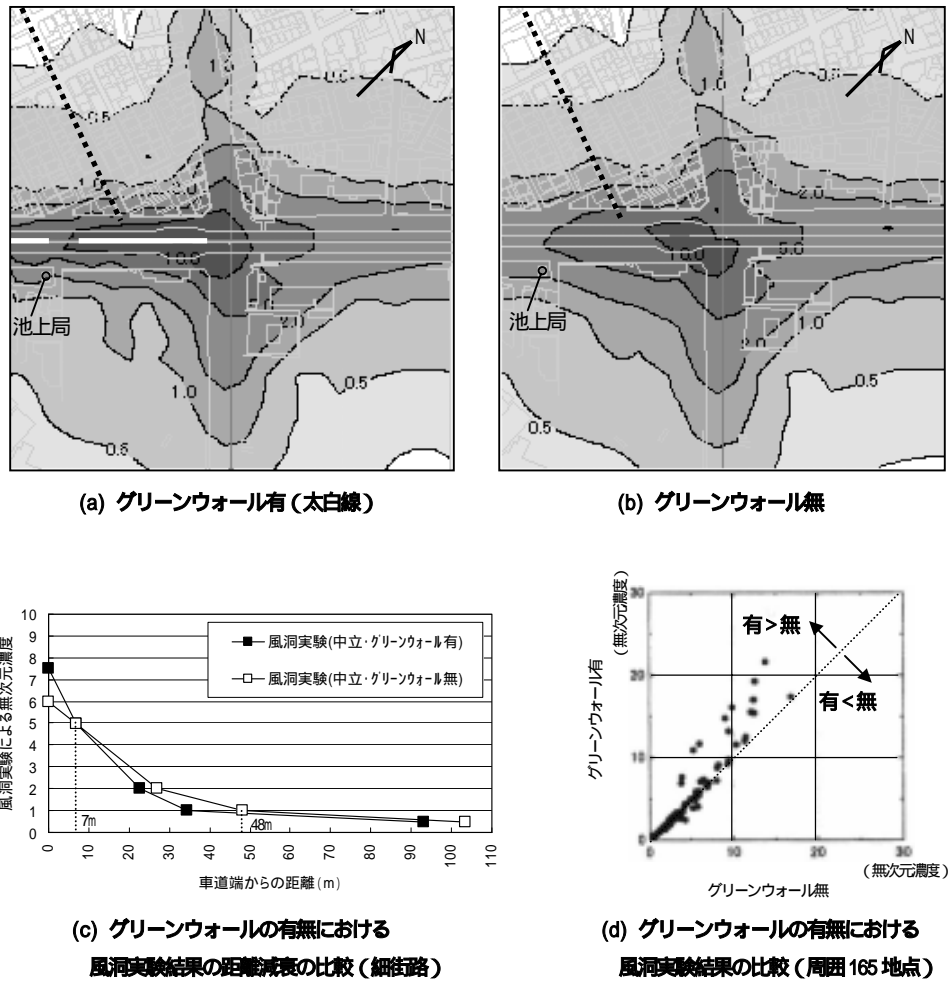


図8 グリーンウォールの有、無における16方位の年間風向頻度を考慮した風洞実験結果の比較

3.5 16方位を考慮した風洞実験におけるグリーンウォールの影響

市街地への汚染物質移流の影響が大きいと想定される南東の風について詳細に考察したが、年間の頻度は1.6から2.0%程度であることが分かったため、16方位の風向を考慮して考察することとした。16方位の年間風向頻度を考慮した風洞実験³⁾の結果を図8に示した。図4に示した南東の風の風洞実験と同様に、図8(a)、(b)の右側半分の領域(交差点から北東(東京)方面)では、グリーンウォールの有無によって変化がみられないが、グリーンウォールが設置されている両図の左側半分の領域(交差点から南西(横浜)方面)では、濃度分布に違いがみられた。

図8(a)、(b)より、南東の風を考慮した風洞実験と同様に、グリーンウォールが有る場合には、無い場合に比べて、図の左側半分の領域(交差点から南西(横浜)方面)では、無次元濃度5及び10の領域がグリーンウォールに沿って産業道路上で南西(横浜)方面に広がり、市街地では産業道路を中心に上下から押しつぶすように無次元濃度1及び2の領域が小さくなっていった。

南東の風と同様に、図8(a)、(b)の点線で示した細街

路について、車道端からの無次元濃度の距離減衰を図8(c)に示した。図8(c)より、この細街路では、車道端から7m程度まではグリーンウォールが有る場合において濃度が高いが、7m程度から48m程度まではグリーンウォールが無い場合において濃度が高く、48m以降では、グリーンウォールの有無で濃度の違いはないことが分かった。

上記の細街路だけでなく、交差点周辺の濃度分布の違いを確認するために、風洞実験で測定を行った165地点のそれぞれの濃度を、グリーンウォールが無い場合を横軸に、有る場合を縦軸にしたときの関係を図8(d)に示した。図8(d)より、横軸が無次元濃度5以上の地点で縦軸の濃度が高くなっていることが分かった。また、図8(a)(b)をみると、無次元濃度が5以上の領域は、ほとんどが道路内であった。従って、グリーンウォールが有る場合では、市街地ではなく、道路内及び車道端付近の濃度が高くなることが分かった。

4 まとめ

以下に、グリーンウォールの大気環境への影響に関する考察についてまとめた。

- ・池上局の常時監視データから、グリーンウォール設置後、NO₂濃度年平均値が上昇していないことが分かった。
- ・南東の風を考慮した風洞実験の結果から、風下側市街地では、車道端から 13m 程度まではグリーンウォールが有る場合に汚染物質の濃度が高いが、車道端からの距離が 13m から 58m 程度では逆に無い場合に濃度が高いことが分かった。また、南東の風について、年間頻度が 2 %程度と低いことを常時監視データで確認した。
- ・16 方位の年間風向頻度を考慮した風洞実験の結果から、市街地では、車道端から 7m 程度まではグリーンウォールが有る場合に汚染物質の濃度が高いが、車道端からの距離が 7m から 48m 程度では逆に無い場合に濃度が高いことが分かった。
- ・上記の現象の要因として、以下のことが考えられた。
 グリーンウォールが有る場合には、風下の地上における風速の水平方向成分が小さいため、汚染物質が滞留しやすいが、風下遠方への移流は起こりにくい。
 グリーンウォールが無い場合には、風下の地上における風速の水平方向成分が大きいため、汚染物質が滞留しないが、風下遠方への移流は起こりやすい。

文献

- 1) 環境省総合環境政策局総務課環境研究技術室編：ディーゼル車排出ガスを主因とした局地汚染の改善に関する研究、平成 14 年度環境保全研究成果集()、85(1)-(22) (2004)
- 2) 環境省総合環境政策局総務課環境研究技術室編：ディーゼル車排出ガスを主因とした局地汚染の改善に関する研究、平成 15 年度環境保全研究成果集()、67(1)-(27) (2005)
- 3) 環境省総合環境政策局総務課環境研究技術室編：ディーゼル車排出ガスを主因とした局地汚染の改善に関する研究、平成 16 年度環境保全研究成果集()、67(1)-(39) (2006)
- 4) 江田良将、岩淵美香、浦木陽子、菊地美加、原美由紀、安藤仁、原久男、小塩英世、高橋篤、井上俊明：平成 14 年度地域密着型環境研究 燃料転換及び酸化触媒によるディーゼル車排出ガスに与える影響に関する研究、川崎市公害研究所年報第 30 号、10-17 (2003)
- 5) 米屋由理、竹内浄、江田良将、岩淵美香、山田大介、盛田宗利、原久男、高橋篤、石田哲夫、井上俊明、廣瀬健二：平成 15 年度地域密着型環境研究(1) ディーゼル車排出ガス局地汚染物質に関する濃度分布測定手法の検討、川崎市公害研究所年報第 31 号、24-33 (2004)
- 6) 竹内浄、米屋由理、江田良将、岩淵美香、山田大介、

盛田宗利、原久男、高橋篤、石田哲夫、井上俊明、廣瀬健二：平成 15 年度地域密着型環境研究(2) 自動車排出量推計値と局地汚染濃度の関係について、川崎市公害研究所年報第 31 号、34-47 (2004)

- 7) 竹内浄、上坂弘、鈴木隆生、山田大介、盛田宗利、原久男、高橋篤、石田哲夫、井上俊明、米屋由理、廣瀬健二：平成 16 年度地域密着型環境研究 沿道局地汚染物質に関する濃度分布及び推計モデルによる研究、川崎市公害研究所年報第 32 号、19-39 (2005)

参考 池上新町交差点周辺の環境対策及び関係事項

(池上新町交差点周辺の環境対策)

昭和 56 年	池上自動車排出ガス測定局設置
平成 5 年	グリーンウォール設置完了
平成 11 年	土壌浄化装置及び光触媒インターロッキングブロック設置完了
平成 14 年	環境緑地帯設置完了

(条例及び助成制度)

平成元年	副室式貨物自動車購入に対する融資開始*1
平成 3 年	低公害車購入に対する融資開始*1
平成 10 年	七都府市指定低公害車に対する融資開始*1
平成 13 年	「川崎市クリーン軽油導入事業費補助要綱」施行(平成 16 年終了)
平成 14 年	「川崎市ディーゼル車対策事業助成金交付要綱」施行
平成 15 年	八都府市ディーゼル車運行規制開始*2

* 1 「川崎市公害防止資金融資要綱」の改正。

* 2 川崎市は「神奈川県生活環境の保全等に関する条例」の運行規制の取締り権限の移譲を受けている。

(法律等)

平成 4 年	「自動車 NOx 法」施行*3
平成 6 年	短期規制開始*5
平成 9 年~11 年	長期規制開始*5
平成 14 年	「自動車 NOx・PM 法」施行*4
平成 15 年~16 年	新短期規制開始*5
平成 17 年	新長期規制開始*5

* 3 「自動車から排出される窒素酸化物の特定地域における総量の削減等に関する特別措置法」を示す。

* 4 「自動車から排出される窒素酸化物及び粒子状物質の特定地域における総量の削減等に関する特別措置法」を示す。

* 5 「大気汚染防止法」に基づく「自動車排出ガスの量の許容限度」。